



(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010725714 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1996-222669/ 199623

XRPX Acc No: N96-186896

Circuit for compensating AC voltage ripple in DC voltage supply - has switched voltage stage output fed to circuit with two-part coil unit to eliminate AC ripple voltage.

Patent Assignee: DATRON ELECTRONIC GMBH (DATR-N)

Inventor: FUCHS K

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

|            |      |          |             |      |          |          |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| Patent No  | Kind | Date     | Applicat No | Kind | Date     | Week     |
| DE 4437560 | A1   | 19960502 | DE 4437560  | A    | 19941020 | 199623 B |

**BEST AVAILABLE COPY**

Priority Applications (No Type Date): DE 4437560 A 19941020

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 4437560 A1 6 H02J-001/02

Abstract (Basic): DE 4437560.A

A switched power supply operates with a high frequency switching stage that provides a square waveform voltage that is fed through an LC low pass filter to generate a d.c. voltage output. The output exhibits an a.c. voltage ripple and this is compensated by a converter circuit that has a coil (L2) with two oppositely coupled part coils (L2a,L2b), where the first coil (L2a) is between input and output points (M2,M3). The second one (L2b) is between the output (M3) of the circuit and a capacitor (C1). Both coils are wound on a common ferrite core. A measurement point (M4) is located between one coil and the capacitor.

USE/ADVANTAGE - Compensates for a.c. voltage components or ripple in switched d.c. power supply.

Dwg.1/4



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 44 37 560 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**H 02 J 1/02**  
H 02 M 1/14

DE 44 37 560 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 44 37 560.3  
⑯ Anmeldetag: 20. 10. 94  
⑯ Offenlegungstag: 2. 5. 96

⑯ Anmelder:  
Datron-Electronic GmbH, 64367 Mühlthal, DE

⑯ Erfinder:  
Fuchs, Klaus, 64293 Darmstadt, DE

⑯ Vertreter:  
Otte, P., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 71229 Leonberg

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung

⑯ Um eine Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung, vorzugsweise für Wandlerschaltungen von Schaltnetzgeräten, mit einer Spule und einem Kondensator dahingehend zu verbessern, daß eine möglichst vollständige Kompensation des Wechselspannungsanteils in der Gleichspannung mit einer Spule und einem Kondensator ermöglicht wird, deren Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte und als Folge davon deren Baugröße möglichst klein sind, wird vorgeschlagen, daß die Spule zwei gegensinnig geschaltete, induktiv gekoppelte Teilspulen umfaßt, deren erste zwischen dem Ein- und Ausgang der Schaltung angeordnet ist, und deren zweite einerseits mit dem Ausgang der Schaltung und andererseits über eine Reihenschaltung mit dem Kondensator mit einem gemeinsamen Bezugspotential der Schaltung verbunden ist.

DE 44 37 560 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Seit langem sind Wandlerschaltungen für Schaltnetzgeräte bekannt, bei denen zur Erzeugung einer gewünschten Ausgangsgleichspannung eine gleichgerichtete Eingangsspannung mittels Schalter in einer im wesentlichen rechteckförmige Wechselspannung umgewandelt wird, die zur Erzeugung der gewünschten Ausgangsgleichspannung einem, den zeitlichen Mittelwert der Wechselspannung bildenden LC-Tiefpaßfilter zugeführt wird.

Bei diesen Schaltungsanordnungen ist der Gleichspannung grundsätzlich ein Wechselspannungsanteil überlagert, der in einer weiteren Tiefpaß-Schaltung bestehend aus Spule und Kondensator weiter vermindert werden soll.

Zur möglichst wirkungsvollen Unterdrückung dieses Wechselspannungsanteils mittels der Tiefpaß-Schaltung ist es erforderlich, einen Kondensator möglichst großer Kapazität sowie eine Spule möglichst großer Induktivität zu verwenden. Ein Kondensator großer Kapazität genauso wie eine Spule großer Induktivität erfordern jedoch einen erhöhten Platzbedarf, da derartige Schaltelemente bauartbedingt ein großes Volumen aufweisen. Diese großen Volumina verhindern aber die heute generell angestrebte Miniaturisierung der Schaltungen in nachteiliger Weise. Darauf hinaus sind derartig große Kondensatoren und Spulen teuer und daher auch vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt nachteilig. Schließlich ist es besonders nachteilig, daß Kondensatoren hoher Kapazität und Spulen hoher Induktivität nur ein wesentlich schlechteres dynamisches Verhalten ermöglichen als entsprechende kleinere Schaltelemente mit kleineren Werten.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine gattungsähnliche Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung zu vermitteln, welche die genannten Nachteile beseitigt und eine möglichst vollständige Kompensation des Wechselspannungsanteils in einer Gleichspannung mit einer Spule und einem Kondensator ermöglicht, deren Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte und als Folge davon deren Baugröße möglichst klein sind.

Die Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch die Verwendung einer Spule, welche zwei Teilspulen umfaßt, die gegensinnig geschaltet und induktiv gekoppelt sind, läßt sich bei einem vorgegebenen Spulenvolume die Kompensation des der Gleichspannung überlagerten Wechselspannungsanteils praktisch fast vollständig erreichen, da in der zweiten Teilspule immer eine Wechselspannung induziert wird, die zu einem Strom führt, der dem in der ersten Spule fließenden Wechselstrom entgegengesetzt gerichtet ist und diesen daher am Ausgang der gesamten Spule kompensiert.

Hierbei ist es aus technischer aber auch aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft, daß an die zweite Teilspule hinsichtlich ihrer Belastbarkeit nur wesentlich geringere Anforderungen zu stellen sind als an die erste Teilspule, da in der zweiten Teilspule lediglich induzierte Wechselströme fließen, welche kleinere Werte aufweisen als die Gleichströme, die durch die erste Teilspule fließen. Dies erlaubt insbesondere die Verwendung beispielsweise eines wesentlich dünneren Spulendrahtes, als dies bei der ersten Teilspule der Fall ist.

Besonders vorteilhaft ist es, daß durch die Schaltungsanordnung entweder bei vorgegebenen Werten für die Induktivität der Spule bzw. die Kapazität des Kondensators im Vergleich mit bekannten Kompensations-schaltungen eine wesentlich bessere Unterdrückung des Wechselspannungsanteils in der Gleichspannung erzielt werden kann, oder es können zur Erzielung einer gleich guten Kompensation des Wechselspannungsanteils in der Gleichspannung wie bei bekannten Schaltungen nunmehr wesentlich kleinere Bauteile mit kleineren Werten, d. h. Spulen kleinerer Induktivität und Kondensatoren kleinerer Kapazität — also Bauelemente, die wesentlich kleineren Platzbedarf aufweisen — verwendet werden.

15 Durch die Verwendung dieser Bauelemente mit kleineren Werten verbessert sich aber auch in besonders vorteilhafter Weise das dynamische Verhalten der gesamten Kompensationsschaltung, da solche Bauelemente wesentlich schneller auf Störungen reagieren können als größere.

20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit beiliegender Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung;

Fig. 2 eine bekannte Wandlerschaltung zur Erzeugung einer gewünschten Ausgangsgleichspannung für Schaltnetzteile;

Fig. 3 den zeitlichen Verlauf der an Punkt M<sub>1</sub> abgegriffenen Spannung der Fig. 2 und

Fig. 4 den zeitlichen Verlauf der an Punkt M<sub>2</sub> abgegriffenen Spannung der Fig. 2.

Fig. 2 zeigt eine an sich bekannte Wandlerschaltung zur Erzeugung einer gewünschten Ausgangsgleichspannung für ein Schaltnetzgerät.

Wie aus Fig. 2 zu ersehen, wird eine Eingangsspannung U<sub>E</sub> mittels beispielsweise zweier Schalter S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub>, welche wechselseitig geöffnet und geschlossen werden, in eine rechteckförmige Wechselspannung zerlegt, welche an dem Punkt M<sub>1</sub> abgegriffen werden kann. Diese Schalter S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> sind nicht auf die in Fig. 2 dargestellten mechanischen Schalter beschränkt, sie können vielmehr auch durch elektronische Schaltelemente realisiert sein, die Schaltfrequenzen mit Werten bis zu mehreren MHz ermöglichen.

Fig. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf der aufgrund der wechselseitig geöffneten Schalter erzeugten Wechselspannung. Wie aus Fig. 3 zu erkennen, ist der Schalter S<sub>1</sub> während eines Zeitintervalls t<sub>1</sub> geschlossen, während Schalter S<sub>2</sub> in diesem Zeitintervall geöffnet ist. In diesem Zeitintervall liegt an dem Meßpunkt M<sub>1</sub> die Eingangsspannung U<sub>E</sub> an. In einem darauffolgenden Zeitintervall t<sub>2</sub> ist hingegen Schalter S<sub>1</sub> geöffnet und Schalter S<sub>2</sub> geschlossen, so daß an dem Meßpunkt M<sub>1</sub> keine Spannung anliegt, da er mit dem gemeinsamen Bezugspotential (Masse) der gesamten, in Fig. 2 dargestellten Schaltung verbunden ist.

Um eine gewünschte Ausgangsgleichspannung zu erzeugen, wird nun diese rechteckförmige Wechselspannung einem LC-Tiefpaßfilter aus einer ersten Spule L<sub>1</sub> und einem ersten Kondensator C<sub>1</sub> zugeführt. Das Tiefpaßfilter bildet den zeitlichen Mittelwert der Wechselspannung. Die Größe der Ausgangsspannung läßt sich in diesem Fall durch das Tastverhältnis bestimmen, d. h. sie hängt ab von den beiden Schaltzeiten t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub>. Je

länger der Schalter  $S_1$  geschlossen ist und je kürzer der Schalter  $S_2$  geschlossen ist, desto höher ist die erzeugte Ausgangsgleichspannung.

Fig. 4 zeigt die gemittelte Ausgangsspannung, wie sie am Meßpunkt  $M_2$  abgegriffen werden kann. Wie in Fig. 4 dargestellt, ist der gemittelten Ausgangsgleichspannung ein Wechselspannungsanteil überlagert, dessen Betrag von Scheitelwert zu Scheitelwert die sogenannte "Ripple-Spannung"  $U_{\text{Ripple}}$  ist.

Um diese Ripple-Spannung weiter zu vermindern, d. h. um den Wechselspannungsanteil in der Gleichspannung möglichst zu minimieren, werden bisher weitere LC-Tiefpaßfilter verwendet.

Ein derartiges weiteres Tiefpaßfilter, das eine weitere Spule  $L_2$  und einen weiteren Kondensator  $C_2$  umfaßt, ist in Fig. 2 dargestellt. Um nun die Ripple-Spannung möglichst optimal zu minimieren, ist es erforderlich, eine Spule  $L_2$  möglichst hoher Induktivität und einen Kondensator  $C_2$  möglichst hoher Kapazität zu verwenden.

Spulen hoher Induktivität und Kondensatoren hoher Kapazität erfordern bauartbedingt jedoch ein verhältnismäßig großes Volumen, sie sind darüber hinaus auch kostspielig. Des weiteren sind derartige Bauelemente in ihrem dynamischen Verhalten sehr träge, was sich beispielsweise bei geregelten Schaltnetzteilen sehr nachteilig auswirkt.

Der Erfindung liegt daher die Idee zugrunde, bei vorgegebenen Induktivitätswerten der Spule  $L_2$  und Kapazitätswerten des Kondensators  $C_2$  und damit auch bei vorgegebenen, von diesen Bauelementen eingenommenen Volumina eine möglichst vollständige Kompensation des Wechselspannungsanteils in der Gleichspannung zu erzielen.

Dies kann durch eine in Fig. 1 dargestellte Schaltung bewerkstelligt werden. Wie aus Fig. 1 zu ersehen, umfaßt die Spule  $L_2$  induktiv gekoppelte, gegensinnig geschaltete Teilspulen  $L_{2a}$  und  $L_{2b}$ . Die erste Teilspule  $L_{2a}$  ist dabei zwischen dem Eingang und dem Ausgang der Schaltung angeordnet. Der Eingang dieser Schaltung entspricht dem Meßpunkt  $M_2$  und der Ausgang entspricht dem Meßpunkt  $M_3$  der in Fig. 2 dargestellten Schaltung. Die zweite Teilspule  $L_{2b}$  ist einerseits mit dem Ausgang der Schaltung, dem Meßpunkt  $M_3$ , verbunden und andererseits über eine Reihenschaltung mit dem Kondensator  $C_1$  mit einem gemeinsamen Bezugspotential der Schaltung. Dieses gemeinsame Bezugspotential (Masse) ist vorteilhafterweise dasselbe wie das in der gesamten Wandlerschaltung (siehe Fig. 2) verwendete. Auf diese Weise lassen sich bei einem Schaltnetzteil mehrere, durch mehrere Wandlerschaltungen erzeugte Ausgangsgleichspannungen auf ein einziges gemeinsames Bezugspotential beziehen.

Die Kompensation der Wechselspannungsanteile in der Gleichspannung geht nun folgendermaßen vorstatten: Sobald an der Teilspule  $L_{2a}$  eine Gleichspannung mit Wechselspannungsanteil anliegt, wird in der Teilspule  $L_{2b}$  eine Wechselspannung induziert. Diese in der Teilspule  $L_{2b}$  induzierte Wechselspannung ruft einen in dieser Teilspule fließenden Wechselstrom hervor, der dem in der Teilspule  $L_{2a}$  fließenden Wechselstrom, dem sogenannten Ripple-Strom  $i_{\text{Ripple}}$ , entgegengesetzt gerichtet ist, so daß sich die beiden Ströme am Ausgang der Schaltung, d. h. dem Meßpunkt  $M_3$ , kompensieren.

Von besonderem Vorteil hierbei ist, daß die beschriebene Kompensation unabhängig von der Form der Ripple-Spannung und des Ripple-Stroms funktioniert. So wird beispielsweise bei einem sehr ungleichen Tastverhältnis ( $t_1 \neq t_2$ ) und einem dadurch hervorgerufenen

stark sägezahnförmigen Ripple-Strom eine gleich gute Kompensation erzielt wie bei einem gleichen Tastverhältnis ( $t_1 = t_2$ ). Die Kompensation ist mit anderen Worten von der Form des Ripple-Stroms und der Ripple-Spannung völlig unabhängig.

Da durch die zweite Teilspule  $L_{2b}$  immer nur ein dem Ripple-Strom entgegengesetzter gerichteter Wechselstrom fließt, kann die Spule hinsichtlich ihrer Belastbarkeit wesentlich kleiner ausgeführt werden als die erste Teilspule  $L_{2a}$ , welche neben dem Ripple-Strom auch den verhältnismäßig großen Gleichstrom zu tragen hat.

Dies erlaubt beispielsweise die Verwendung eines wesentlich dünneren Spulendrahtes, als es bei der ersten Teilspule  $L_{2a}$  der Fall ist und somit auch eine sehr kostengünstige Ausführung der zweiten Teilspule  $L_{2b}$ .

Die beiden Teilspulen  $L_{2a}$  und  $L_{2b}$  können in einer konkreten Ausführungsform beispielsweise ineinander auf einen Ferritkern gewickelt sein. Hierbei erweist es sich aufgrund der dargestellten Schaltungsanordnung als besonders vorteilhaft, daß beide Wicklungen nicht galvanisch entkoppelt sein müssen.

Ein weiterer Vorteil der Schaltung ist es, daß der Eingang (Meßpunkt  $M_2$ ) und der Ausgang (Meßpunkt  $M_3$ ) der Schaltung praktisch entkoppelt sind. Dies erweist sich insbesondere dann als vorteilhaft, wenn der Ausgang der Schaltung nicht nur rein ohmsch belastet wird, sondern durch Verbraucher belastet ist, die starke dynamische Störungen erzeugen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn das Schaltnetzteil als Spannungsquelle für einen Laser oder einen Motor oder ähnliche Verbraucher dient. Dadurch werden sämtliche vor der Kompensationsschaltung angeordneten Schaltelemente von störenden Wechselspannungen bewahrt, und es können aus diesem Grund vorteilhafterweise Bauelemente verwendet werden, an die wesentlich weniger hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer Spitzenspannung u. dgl. zu stellen sind als beispielsweise bei den bekannten, in Fig. 2 dargestellten Schaltungsanordnungen.

Vorteilhafterweise weisen die beiden Teilspulen  $L_{2a}$  und  $L_{2b}$  Wicklungen gleicher Windungszahl auf. Dies ist aber nicht unbedingt erforderlich, es können vielmehr auch durch Einstellen einer entsprechenden Wicklungszahl jegliche Art von in der Teilspule  $L_{2b}$  erzeugten induzierten Wechselströmen überkompensiert werden. Insbesondere spielt der immer vorhandene ohmsche Widerstand der Teilspule  $L_{2b}$  keine Rolle, da hier Ströme transformiert und kompensiert werden.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich für die Regelung von Schaltnetzteilen. Wie in Fig. 1 dargestellt, ist zwischen der zweiten Teilspule  $L_{2b}$  und dem Kondensator  $C_1$  ein weiterer Meßpunkt  $M_4$  angeordnet. Dieser Meßpunkt kann als Eingang für eine Regelschaltung eines Schaltnetzteils verwendet werden.

Bisher wurde als Eingang für Regelschaltungen von Schaltnetzteilen immer der Ausgang der gesamten Schaltungsanordnung, d. h. der Punkt  $M_3$  in Fig. 2 verwendet. Dabei wurden die Schaltnetzteile so geregelt, daß an dem Ausgang immer die gewünschte Ausgangsgleichspannung anliegt. Durch Störungen, welche durch Verbraucher am Ausgang  $M_3$  hervorgerufen werden, können nun derartige Regelschaltungen in Regelschwingungen versetzt werden, die im Extremfall sogar zu Resonanzerscheinungen führen können. Dies kann unter Umständen zu einer Zerstörung des gesamten Schaltnetzteils führen.

Durch die Verwendung des Punktes  $M_4$  als Regelungspunkt können derartige Regelschwingungen und Resonanzerscheinungen praktisch vermieden werden, da die-

ser Regelpunkt in der oben beschriebenen Weise von den Ausgangsstörungen weitestgehend entkoppelt ist.

Auf diese Weise ermöglicht die in Fig. 1 dargestellte Schaltung auch eine wesentlich bessere Regelung von Schaltnetzteilen durch Verwendung des Regelpunkts 5 M<sub>4</sub>.

Abschließend läßt sich feststellen, daß die Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung eine nahezu vollständige Kompensation des Wechselspannungsanteils ermöglicht, darüber hinaus bewirkt sie eine Entkopplung des Eingangs vom Ausgang und umgekehrt, und schließlich erlaubt sie die Verwendung eines gemeinsamen Bezugspotentials (Masse) in einer Wandlerschaltung für Schaltnetzgeräte.

#### Patentansprüche

1. Schaltung zur Kompensation von Wechselspannungsanteilen in einer Gleichspannung, vorzugsweise für Wandlerschaltungen von Schaltnetzgeräten, mit einer Spule und einem Kondensator, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (L<sub>2</sub>) zwei gegensinnig geschaltete, induktiv gekoppelte Teilspulen (L<sub>2a</sub>, L<sub>2b</sub>) umfaßt, deren erste (L<sub>2a</sub>) zwischen dem Ein- und Ausgang (M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>) der Schaltung angeordnet ist, und deren zweite (L<sub>2b</sub>) einerseits mit dem Ausgang (M<sub>3</sub>) der Schaltung und andererseits über eine Reihenschaltung mit dem Kondensator (C<sub>1</sub>) mit einem gemeinsamen Bezugspotential der Schaltung verbunden ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Teilspule (L<sub>2a</sub>) dieselbe Anzahl von Wicklungen aufweist wie die zweite Teilspule (L<sub>2b</sub>). 35
3. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Wicklungen der ersten und der zweiten Teilspule (L<sub>2a</sub>, L<sub>2b</sub>) unterschiedlich sind.
4. Schaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teilspulen (L<sub>2a</sub>, L<sub>2b</sub>) auf einen gemeinsamen Ferritkern ineinander gewickelt sind.
5. Schaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der zweiten Teilspule (L<sub>2b</sub>) und dem Kondensator (C<sub>1</sub>) ein Meßpunkt (M<sub>4</sub>) vorhanden ist, der zur Steuerung eines Schaltnetzteiles dienen kann.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

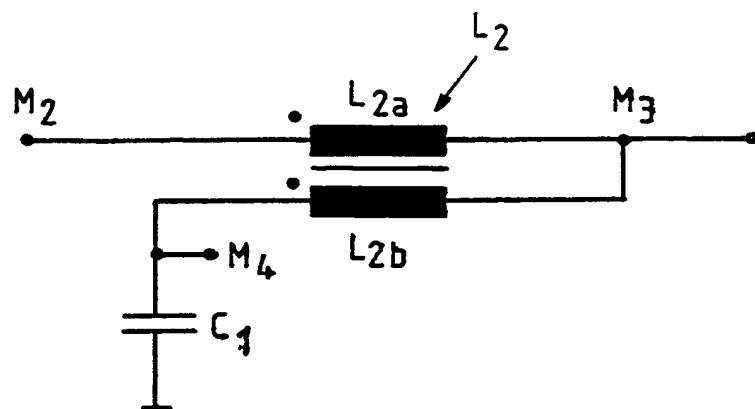


Fig. 1

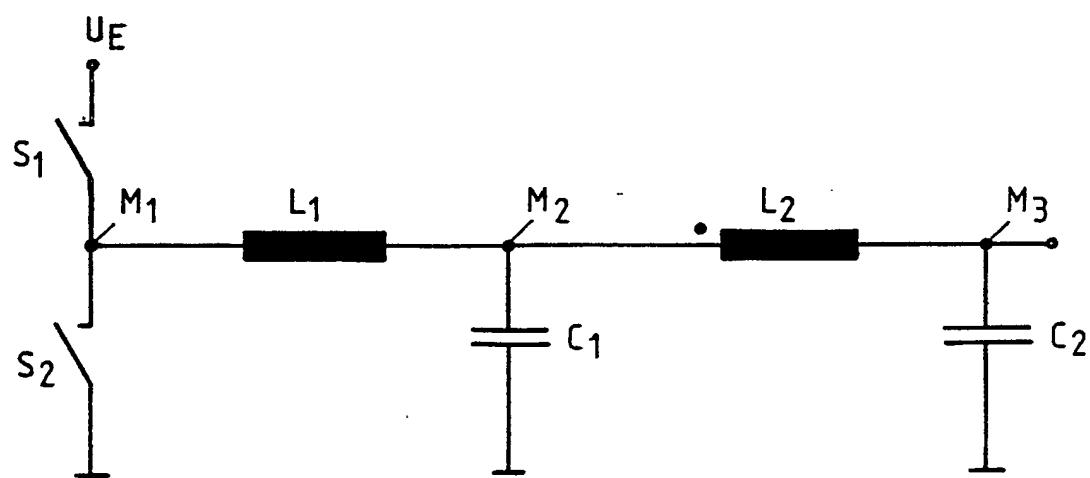


Fig. 2

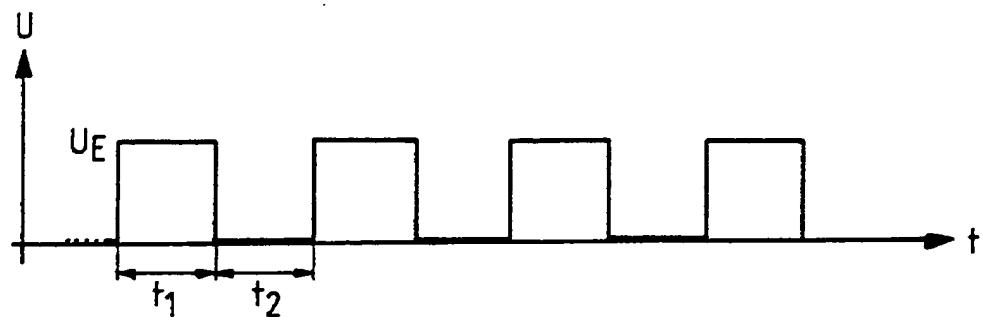


Fig. 3

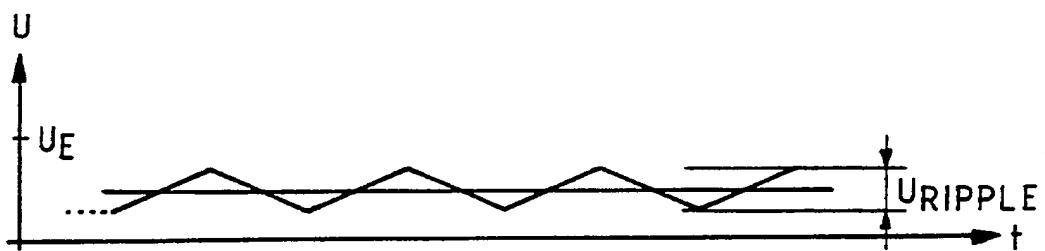


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**